

# Markpackning

- Problem och lösningar i villaträdgårdar

Soil compaction- Problems and solutions in the small private garden

*Moa Danielsson*



## **Markpackning- problem och lösningar i villaträdgårdar**

Soil compaction- Problems and solutions in the small private garden

*Moa Danielsson*

**Handledare:** Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Frida Andreasson, SLU, Institutionen för Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i trädgårdsdesign

**Kurskod:** EX0798

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör:design - kandidatprogram

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2015

**Omslagsbild:** Moa Danielsson

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Markpackning, soli compaction, villaträdgård, växter som tål syrebrist, luckring av packad mark.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

## Sammanfattning

Genom utbildningen och i arbetslivet har jag kommit i kontakt med problematiken kring markpackning i villaträdgårdar som uppstår i samband med nybyggnationer. Detta problem har visat sig vara relativt vanligt men villaägarna vet sällan att den skadliga markpackningen som uppstått under husbyggnationen är orsaken till vattenansamlingar på gräsmattan och nyplanterade växter som dött. Studien syftar till att undersöka problematiken kring markpackning i villaträdgårdar och har som målsättning att presentera praktiska råd till såväl privatpersoner som yrkesverksamma inom anläggningsbranschen. I studien läggs fokus på att utreda markpackningens inverkan på växternas överlevnad och etablering, vilka åtgärder som kan vidtas för att påskynda markens läkningsprocess samt vilka växter som kan användas för att påskynda läkningsprocessen i marken. I arbetet behandlas även frågor som rör uppkomsten av skadlig markpackning och hur man förebygger den. För att besvara mina frågeställningar har jag gjort en litteraturstudie.

Resultatet visar att den skadliga markpackningen har en mycket negativ inverkan på växternas överlevnad och etablering som leder till missväxt och i många fall att växterna dör. En utav metoderna för att återställa markens naturliga aggregatstruktur är att ta hjälp av växter. Växter som lämpar sig för att växa på en kompakterad lerig jord med dålig dränering måste ha ett aggressivt rotsystem och vara översvämningstoleranta. Växter som är lämpliga att använda i detta syfte finns sammanställda i tre olika tabeller i arbetet. Etableringsskötseln har även stor betydelse för växternas välmående och överlevnad och är extra viktigt i en jord med förstörd aggregatstruktur.

Den andra metoden är luckring av marken. Oavsett vilket redskap som används vid luckring är det mycket viktigt att alvluckringen sker när jorden är upptorkad till det djup som skall bearbetas. Om luckringen utförs på fel sätt och tidpunkt kan markpackningen förvärras ytterligare vilket innebär en igensmetning av det befintliga porsystemet. Målet är att alvluckringen skall ha en så pass lång varaktighet att de naturliga processerna i marken kommer igång. För att uppnå detta behöver luckringen kombineras med t.ex. kalkning, dränering och växter med djupgående rötter. På östkusten där nederbörden är mindre kan man låta marken självläka men det är en mycket långsam process i jämförelse med luckring och användandet av passande växter.

Problematiken kring den skadliga markpackningens uppkomst visar sig bero på en bristande kommunikation mellan anläggningsbranschen och den gröna sektorn samt att bygg- och anläggningsbranschens regelverk AMA och RA inte följs. En okunskap hos entreprenörerna om vilka konsekvenser packningen har till följd för växternas etablering och överlevnad borde kunna undvikas genom ett närmare samarbete mellan bygg-anläggningsbranschen och den gröna sektorn.

## Abstract

Through my education and working life, I have come in contact with the problems of soil compaction in the small private gardens incurred in connection with new construction. This problem has proven to be relatively common, but homeowners rarely know that the harmful soil compaction caused during building construction is the reason for the accumulation of water on the lawn, and newly planted plants that died. The study aims to investigate the problems surrounding soil compaction in the private gardens and aims to present practical advice to individuals as well as professionals in the construction industry. In the study, the focus is on investigating land gasket impact on plant survival and establishment, what steps can be taken to accelerate the process of healing the soil and what plants can be used to accelerate the healing process in the soil. The work also addresses issues related to the occurrence of harmful soil compaction and how to prevent it. To answer my questions, I have done a literature review.

The results show that the harmful soil compaction has a very negative effect on plants survival and establishment leading to crop failure in many cases to plant death. One of the methods to restore natural soil aggregate structure to take the help of wax ester. The plants that are suitable for growing in a compacted clay soil with poor drainage must have aggressive root systems and be flood tolerant. Plants which are suitable for use in this purpose is prepared in three different tables in the work. Establishing the management is also of great importance for the plants' well-being and survival and is especially important in a soil with ruined aggregate structure.

The second method is the loosening of the ground. Regardless of the tools used for loosening it is very important to loosening occurs when the soil is dry enough to the depth to be processed. If the loosening of the soil is carried out in the wrong way and time, soil compaction is further exacerbated meaning a back smearing of the existing pore system. The aim is that loosening must have a sufficiently long duration to the natural processes in the soil start. To achieve this, the loosening is combined with e.g. liming, drainage and plants with deep roots. On the east coast where rainfall is less you can let the soil heal itself but it is a very slow process in comparison with tillage and the use of suitable plants.

The problem of the harmful soil gasket emergence proves to be due to a lack of communication between the contractors and the green sector as well as construction- and building industry regulations AMA and RA are not followed. An ignorance of the entrepreneurs on the implications of the gasket has the effect of plant establishment and survival should be avoided by closer cooperation between construction contractors and the green sector.

## Innehållsförteckning

1. Inledning .....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	1
1.3 Mål & frågeställning .....	1
1.4 Metod & material .....	2
1.5 Avgränsningar .....	2
2. Vad är markstruktur? .....	3
2.1 Uppkomsten av markpackning i samband med nybyggnationer .....	4
2.2 Följder av packningen på mark och växter .....	7
2.2.1 Markens porvolym och porstorleksfördelning .....	8
2.2.2 Porernas betydelse för rotutvecklingen .....	9
2.3 Åtgärder för att minska markpackningens effekter .....	11
2.3.1 Alvluckring .....	11
2.3.2 Alvluckringens beständighet varierar .....	12
2.4 Förebyggande åtgärder för att minska skadliga effekter .....	13
2.4.1 Vad behöver göras för att föreskriva luckringsåtgärder? .....	14
2.4.2 Specificera vad som menas med packning .....	14
2.4.3 Ytterligare arbetsmetoder för att minska kompaktering .....	15
2.5 Egenskaper hos växter vid dålig dränering .....	16
2.5.1 Växter som är lämpliga för kompakterad jord med dålig dränering .....	18
2.6 Plantering och etablering av växter .....	27
2.6.1 Vilken jord är bäst att använda: befintlig eller tillverkad? .....	27
2.6.2 Växternas krav på jordvolym .....	28
2.6.3 Planteringsdjup .....	29
2.6.4 Bevattning och bevattningsmängd under etablering .....	29
3. Diskussion .....	31
3.1 Uppkomsten av skadlig markpackning i villaträdgårdar .....	31
3.2 Markpackningens inverkan på växternas överlevnad och etablering .....	32
3.3 Tankar kring förebyggande åtgärder av markpackning .....	32
3.4 Åtgärder när markpackning uppstått .....	33
3.5 Reflektioner kring metod, material och vidare forskning .....	34
4. Slutsats .....	36
4.1 Markpackningens inverkan på växternas överlevnad och etablering .....	36
4.2 Åtgärder för att påskynda läkningsprocessen i marken och användbara växter .....	36
5. Tips och råd .....	37

6. Referenser .....	38
---------------------	----

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund

Effektiviseringen av bygg- och anläggningsprocessen de senaste 50 åren innebär en större påfrestning för tomten. Stora maskiner och mycket material körs ända fram till huskroppen. Trots anvisningarna i Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten (AMA) och Råd och anvisningar till AMA Anläggning 13 (RA) om hur tomten ska färdigställas och vilket skick den skall vara i är det sällan som det följs av byggbranschen. Tidspressen på en byggarbetsplats gör att det gröna inte prioriteras eftersom huset är det som genererar pengar. Detta resulterar i att villaägarna får en tomt med stora markpackningsskador som tar mycket lång tid att återställa. Växterna får stora problem att växa på platsen och villaägarna får inte den trädgård som de tänkt sig. Ofta blir vatten stående eftersom jordens struktur förstörs av de höga tryck som marken utsätts för. Få inom byggbranschen har kunskap om hur viktigt det är för växterna att leva i en välmående jord och vilka konsekvenser skadlig markpackning medför för hela tomten. Villaägarna i sin tur vet inte heller detta vilket gör att byggbranschen ofta utan problem kan lämna tomten i dåligt skick. Under utbildningen och i arbetet har jag kommit i kontakt med detta problem vilket gjorde mig nyfiken på att ta reda på mer.

## 1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att samla kunskap och undersöka konsekvenser av markpackning i villaträdgårdar och hur man kan åtgärda dem. Detta innebär att jag genomfört en litteraturstudie på vilka åtgärder som kan vidtas för att påskynda markens läkningsprocess, markpackningens inverkan på växters etablering och överlevnad samt vilka växter som är bäst lämpade för att klara syrebrist samt överlever översvämningar och torka periodvis.

## 1.3 Mål & frågeställning

Uppsatsen har i huvudsak två mål. Det första målet är att kunna ge privatpersoner och personer inom byggbranschen anvisningar och en större förståelse för hur de problem som uppsatsen har att utreda bör hanteras. Det andra målet är att själv erhålla bättre kunskap om ämnet som jag senare kan förmedla under mitt yrkesverksamma liv.

Studien är främst inriktad på villaträdgårdar, men resultatet kan också ha relevans för större kommunala bygg- och anläggningsprojekt. Vidare är målet att ge exempel på växter som periodvis är översvämningstoleranta och torktåliga samt har ett aggressivt rotsystem som gör att växterna klarar av att växa i den kompakterade marken för att kunna användas i sammanhang där markpackning uppkommit.

Det finns i nuläget för lite handfast information och samlad fakta som privatpersoner kan ta del av på ett lättillgängligt sätt. Jag har därför gjort en sammanfattning med tips och råd som kan vara till hjälp inför kommande bygg- och anläggningsprojekt. Förslagsvis kan detta delas ut till privatpersoner samt till personer inom bygg- och anläggningsbranschen för att sprida kunskap om skadlig markpackning samt hur man kan återställa marken när skadlig markpackning uppkommit.

#### **Frågeställning:**

- Vad har markpackning för inverkan på växternas överlevnad och etablering?
- Vad man kan vidta för åtgärder för att påskynda läkningsprocessen i marken?
- Vilka växter kan användas som tål de svåra förhållandena som råder?

### **1.4 Metod & material**

Arbetet utgörs av en litteraturstudie baserad på ett urval av vetenskapliga artiklar, böcker, rapporter och faktablad. Jag har även använt mig av undervisningsmaterial från utbildningen i form av föreläsningsmaterial, kurslitteratur samt mailkontakt med kunniga personer.

Information har sökts SLU: sökmotor Primo och Epsilon samt vetenskaplig litteratur på Google Scholar. Sökorden jag använt mig av är markpackning, soil compaction, urban areas, växter som tål syrebrist, plants that can tolerate oxygen deficiency, växter som tål kompakt lerjord, plants that tolerate compacted loam, lerig jord, loamy soil, luckring av packad mark, loosening of compacted soil.

### **1.5 Avgränsningar**

Arbetet behandlar problematiken med konsekvenserna av markpackning ur växtsynpunkt samt vilka åtgärder man kan vidta för att påskynda läkningsprocessen i marken. Jag har valt att fokusera på markpackning i nybyggda villaträdgårdar i Sverige och kommer därför också enbart att fokusera på lämpliga åtgärder anpassade för villaträdgårdar.



## 2. Vad är markstruktur?

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att markstruktur för det mesta definieras som "det sätt på vilket olika slag av partiklar i jorden är lagrade och förbundna i ett rumsligt arrangemang". En jord med god markstruktur har förmågan att leda bort överskottsvatten och försörja växtrötterna med syre, är lättarbetad, tål yttre belastning i form av nederbörd, vattenmättnad eller yttre tryck samt ger möjlighet till en god etablering av en växt och god rottillväxt.

Arvidsson och Pettersson (1995) menar att jordar kan karaktäriseras med avseende på strukturtillstånd och delas in i jordar med enkelkorn- resp. aggregatstruktur. *Enkelkornjordar* är lätta jordar med likartade markpartiklar och svaga bindningar. Markens hålrum är ofta för små för att tillåta en god rottillväxt men tillräckligt stora för att jorden skall vara lättdränerad. I synnerhet avgör konstorleksfördelningen jordens egenskaper. *Aggregatjordar* är lerjordar eller mullrika jordar där marken innehåller sammanhållna väl avgränsade jordstycken s.k. aggregat. För att jordstrukturen skall bli god måste den innehålla tillräckligt stabila aggregat där dränering, syreförsörjning och rotutveckling kan ske i sprickor mellan aggregaten. Strukturen avgörs framförallt i ett mycket dynamiskt samspel mellan klimat, vegetation, jordbearbetning och påverkan av markorganismer m.m.

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att bildningen av aggregat är kopplad till lerinnehållet, framförallt finler. De finare lerpartiklarna består av långsmala skivor som har negativt laddade ytor och binder positivt laddade joner t.ex. kalium. Lerpartiklarnas ytor kan bindas hårt till varandra på grund av den elektriska laddningen de medför, vilket blir det första steget i bildandet av aggregat. Ytterligare processer i jorden krävs för att aggregaten ska bli stabila, följande punkter enligt Arvidsson och Pettersson (1995) & Craul (1992).

1. Kraftig uttorkning. Uttorkningen drar samman partiklarna och stärker bindningarna.
2. Utfällningar av olika ämnen på aggregatens ytor, det kan t.ex. vara järnoxider "rost", kalk eller olika organiska ämnen som rötter, humus och markorganismer bildar. Något att ha i åtanke är att aggregaten skadas av t.ex. regndroppars slag, jordbearbetning och yttre tryck (packning). Organiskt material har stor betydelse för markens struktur. Det organiska materialet består bland annat av stabila mullämnen, lättare nedbrytbart material, svamphyfer, växtrötter, maskar och mikroorganismer, t.ex. bakterier.
3. Stabila mikroaggregat (<0,25 mm) som kan utgöra byggstenar i större aggregat kan bildas av stabila mullämnen som kan bindas starkt till lerpartiklar och bilda ler- och humuskomplex. Ett mullämne kan även ge aggregatstruktur på en jord med ganska låg lerhalt, då mull till viss del är utbytbart mot ler.
4. Lätt nedbrytbart material kan stabilisera ytorna på större aggregat vid nedbrytningen av olika organiska föreningar. Rötter och bakterier kan även bilda sådana föreningar men effekten försvinner efter en tid då dessa produkter fortsätter brytas ned.

5. Växtrötter och svamphyfer växer inne i aggregaten där de fäster till markpartiklarna vilket gör att aggregaten hålls ihop inifrån. En av grundförutsättningarna för strukturbildning är rötternas uttorkning av marken. Torka gör att markpartiklarna dras samman och binds hårdare till varandra.
6. Daggmaskarna är mycket viktiga för bildandet av stabila aggregat. De skapar gångar som är öppna till markytan vilket tryggar dränering och luftväxling. I magarna på maskarna blandas nybildat organiskt material med jord som ökar aggregatens stabilitet. Uppskattningar som gjorts pekar på att 25 % av jordens översta 10 cm passerar genom maskar varje år. En rik mikroflora och fauna som sönderdelar organiskt material snabbt gör på så sätt näringsämnena lättillgängliga som ger en högt utvecklad markstruktur.
7. En högre halt av organiskt material i marken ökar porositeten och därmed motståndskraften mot packning. Det krävs då ett högre tryck för att minska syreinnhållet i marken för att nå en kritisk gräns.

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att detta visar hur betydelsefull en hög produktion och stor återförsel av organiskt material är för att bibehålla en god markstruktur. För att maskar och vissa bakterier skall trivas bör pH vara mellan 6,5-7. Tjälning har också betydelse för markstrukturen och är en annan form av uttorkning. Upprepade tjälcykler som sker framförallt i ytlagret; innebär att vattnet först fryser i sprickor och sedan transporteras inifrån aggregaten till en växande islin, som kan lämna marken i mycket god struktur till våren. Marken brukar oftast bara frysa djupare ned en gång under vintern. Dock är denna typ av tjälning inte av lika stor betydelse för strukturbildningen som en kraftig upptorkning under sommaren. Tjälningen lämnar efter sig ett system av sprickor som gör att marken lättare dräneras under våren, när regn sedan faller på sprickorna sväller sprickorna igen. Detta gäller främst styvare lerjordar, då tjälen fryser homogent på lättare jordar och ger en ytterst liten struktureffekt.

## 2.1 Uppkomsten av markpackning i samband med nybyggnationer

Rolf (1993) skriver att den tekniska utvecklingen från 60-talet och framåt effektiviserat hus- och markbyggnadsarbeten avsevärt. Framstegen innebär tyvärr nackdelar för marken som på grund av allt fler och tyngre maskiner packas i allt högre grad (fig. 1). Rolf skriver att packningsskadorna delas in i tre kategorier: De som orsakas av husbyggaren, de som uppkommer vid grönanläggning och de som är återkommande. Han skriver också att man genom ökad förståelse för uppkomsten av packningsskador på så sätt kan identifiera dem och sätta in rätt behandlingsmetoder.



*Fig 1. Försök på Alnarp. Packat försöksled till höger (Foto Kaj Rolf, oå).*

Rolf (1993) skriver att tidspressen på byggarbetsplatser och den moderna husbyggnadstekniken innebär stora påfrestningar på tomten. För att underlätta byggnadsarbetet körs materialet ända fram till huskroppen. Den låga kunskapen om skadlig markpackning hos byggarna gör att marken körs på oavsett funktionen i den färdiga anläggningen. Skicket försämrats ytterligare när maskinerna som används både har höga däcktryck och totalvikter. Allt sammantaget skapas stora packningsskador i marken som måste åtgärdas på framtida vegetationsytor. Fig. 2 visar hur färdiga planteringsgropar kan se ut när manken blivit packad.



*Fig 2. Färdiga planteringsgropar med stående vatten (Foto Kaj Rolf, oå).*

För att åstadkomma det önskade utseendet på trädgården i form av till exempel olika höjder tillförs matjord. Rolf (1993) skriver att det vid trädgårdsanläggning skapas flera olika typer av

packningsskador som beroende på tillvägagångssätt hamnar på olika djup. Det vanligaste tillvägagångssättet är att körning sker på både terrassen och matjorden. Skadorna som uppstår i marken vid matjordsutläggning och massbalansering blir oftast stora på grund av vägbyggnadstekniken som används. För att undvika sättningar på platsen görs utläggningen av jordmassorna i tunna skikt vilka man sedan planerar ut med hjälp av en hjul-lastare. På detta sett skapas succesivt en profil av packade tunna jordlager.

Rolf (1993) skriver att konsekvensen av bristande information i bygghandlingarna om *hur* terrassen skall luckras gör att detta sällan görs, trots påbudet. Det finns heller ingen bra kontrollmetod för att se om terrassen verkligen är luckrad. Rotutvecklingen hos träden, buskarna och perennerna begränsas på så sätt till det översta jordlagret som i sin tur gör växterna instabila och känsliga för vind. Likaså begränsas vattengenomsläppligheten i terrassen vilket kan medföra stående vatten ovanpå jorden. Gräsytor brukar, (på grund av sina ytliga rötter) klara denna typ av packning så länge matjorden inte packas vid utläggningen.

Den tredje formen av packning skriver Rolf (1993) är den återkommande och mest ytliga. Denna typ av packning skriver Gustafsson vanligtvis uppstår på gräsmattor anlagda på en lerjord och uppkommer bland annat när barn spelar fotboll eller dylikt (Gustafsson 2015-11-10). Lättare skötselfordon som åkgräsklippare orsakar medeldjupa skador och mer djupgående vibrationsskador i villaträdgårdar närliggande en stadsmiljö orsakas av trafik. De ytliga skadorna är oftast lättast att åtgärda med undantag för de mer djupgående där vibrationerna från trafiken orsakar återpackning (Rolf, 1993).

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att ett pålagt tryck inte behöver innebära en förändring av marken. Jordpackning definieras som en minskning av porvolymen vilket innebär att markpartiklarna ändrar läge på ett sätt så att andelen hålrum i marken minskar. Det finns två olika typer av deformationer, elastisk och plastisk. Den elastiska innebär att jorden går tillbaka till sin ursprungliga form medan den plastiska deformationen innebär en kvarstående form- och volymändring. Packningens (volymminskningens) storlek av ett yttre tryck beror bland annat enligt (Arvidsson och Pettersson 1995) på:

1. Vattenhalten i jorden. Ju högre vattenhalten är desto mer skadas marken av ett tryck. Detta gäller dock inom vissa gränser, är t.ex. marken helt vattenmättad kan den inte packas. En högre vattenhalt ger ett högre trycktillskott i alven då trycket går mera rakt ned.
2. Jordart.
3. Aggregatens hållfasthet. En jord med stabila aggregat som t.ex. en styv lera har större förmåga att utstå tryck utan att skadas.
4. Tidigare packning. Jord som redan är kraftigt packad kräver höga tryck för ytterligare packning. Den redan packade jorden ger en större tryckfördelning i sidled vilket minskar packningen djupare ner i alven.

5. Tryckets storlek. Beroende på jordens hållfasthet är trycket avgörande om formförändringen blir elastisk eller plastisk.
6. Tiden trycket verkar. Ett fordon t.ex. en traktor som är stillastående packar marken mer då trycket verkar under en längre tid än en traktor vid en överfart.

Arvidsson och Pettersson (1995) menar att det är svårt att säga hur stor volymminskning ett tryck orsakar. Men volymminskningen är heller inte ett bra mått på hur stor skada packningen gjort. En nyplöjd jord behöver till exempel en viss återpackning för att ge maximal skörd medan en liten porositetsminskning på en redan packad jord kan vara förstörande.

## 2.2 Följder av packningen på mark och växter

Rolf (1993) skriver att oavsett om växterna är nyplanterade eller har funnits på platsen innan packningsskadorna uppkom påverkas deras tillväxt och välmående. Detta på grund av att de markfysikaliska förhållandena i marken har satts ur balans. Vattnets transport och rötternas förmåga att ta sig fram begränsas av den packade marken. Vattenöverskottet som uppstår orsakar i sin tur syrebrist som påverkar växterna negativt. Trots att markpackning finns hos de allra flesta som bygger nytt hus har mycket lite uppmärksamhets riktats mot problemet. Att träden och buskarna växer dåligt är redan konstaterat men Rolf menar att åtgärderna som vidtas för det mesta grundats på gissningar och antaganden. Kortsiktiga insatser som inte åtgärdar de verkliga problemen på längre sikt hör till det vanliga. Istället skyller vi på växtmaterialens kvalitet och hantering, och ett obalanserat näringsinnehåll i jorden. Rolf skriver vidare att entreprenörerna kan för lite om hur förödande markpackning är för växternas överlevnadsmöjligheter vilket gör det svårare för de boende att uppleva en välmående vegetation. På nästa sida (fig. 3) visas totalvikter på vanligt förekommande maskiner på en byggarbetsplats, ju tyngre maskin desto mer packar den marken.

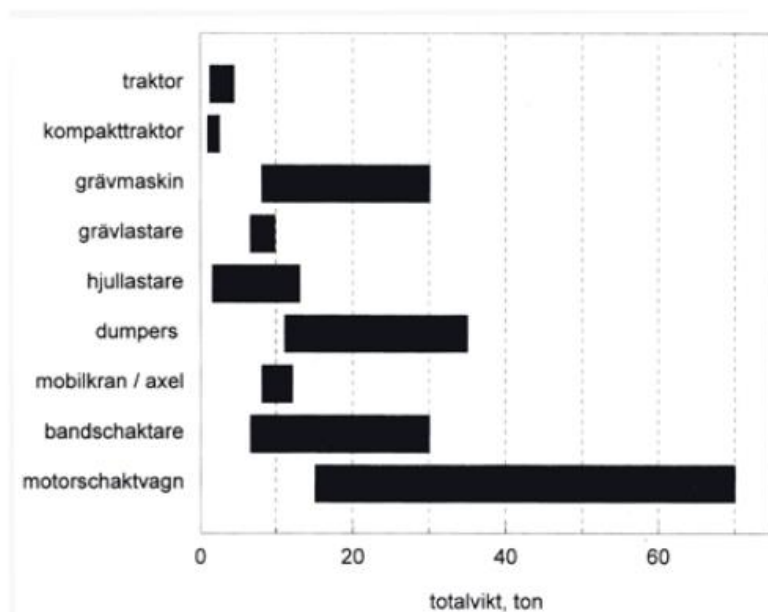


Fig. 3. Totalvikter för de vanligaste maskinerna som används på en byggarbetsplats. Flera av maskinerna kommer orsaka en kraftig packning av jorden och bör därför inte brukas på mark som senare skall utgöra en trädgård (Rolf, 1993, s.2).

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att de viktigaste kriterierna för en god markstruktur är; markens förmåga att transportera vatten och syre, vara lättarbetad, tåla yttre belastning i form av nederbörd, vattenmättnad eller yttre tryck (packning) och tillåta god rotutveckling och växtetablering. När marken packas påverkas dessa egenskaper, främst markens grova porsystem och aggregatens mekaniska egenskaper.

Malm och Berglund (2006) skriver att jordar med en dåligt fungerande dränering löper större risk för stående vatten vid skyfall. Om dessutom jorden redan är bevattnad (rotzonen vattenmättad) är risken större för växterna att drabbas av syrebrist, rötskador och igenslamning. Malm och Berglund (2006) skriver att studier som gjorts i svenska försök har visat att en väl utförd bevattning i de flesta fall leder till att rotsystemet blir kraftigare och djupare, framförallt på jordar med dålig markstruktur. Bevattningen kan då öka rötternas möjlighet att växa på djupet och växten kan därför utnyttja mer vatten och näring i alven. Om vattenöverskott (syrebrist) råder på grund av en bristfällig dränering på jordar med låg genomsläpplighet eller på grund av en alltför överflödig bevattning eller nederbörd kan rottillväxten begränsas.

### 2.2.1 Markens porvolym och porstorleksfördelning

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att marken består av ungefär hälften fasta partiklar och hälften hålrum. När jorden packas minskar hålrummen och porvolymen, framförallt minskar andelen grövre porer. Eftersom de grova porerna har stor betydelse för markens fysikaliska egenskaper innebär det stora problem. Vattenledningsförmågan för en por är proportionell mot pordiametern upphöjt till fyra. Detta innebär att en por som är 1 mm i

diameter kan föra undan 10 000 gånger så mycket vatten som en por med diametern 0,1 mm. Därför har de grova porerna stor betydelse för dränering och infiltration och därmed också för luftväxling. Spridningen av syre sker 1000 gånger snabbare i luft än i vatten. Arvidsson och Pettersson menar därför att jordens luftväxling är helt beroende av de grova porerna vid hög vattenhalt som även då blir luftfyllda vid ett lågt vattenavförande tryck. Trots att det finns ett stabilt spricksystem i en jord med aggregatstruktur kan ändå syrebrist förekomma i aggregatens inre. För att luftväxling och dränering skall fungera krävs det att porerna har en kontinuitet i markprofilen. Kontinuiteten förstörs vid återkommande jordbearbetning t.ex. vid plöjning som bryter sambandet mellan porer i matjord och alv. Tillsammans med packningen som hjulet orsakar bidrar detta till en låg genomsläpplighet av vatten och syre. En hög porositet i en lucker jord kan vara en nackdel under torra perioder då jordens förmåga att leda vatten och näring minskar.

### 2.2.2 Porernas betydelse för rotutvecklingen

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att följderna som blir av packningen när jorden trycks samman gör att aggregatens naturliga gränssytor blir svagare. Vid upptorkning bildas massiva klumpar som är svåra att dela sönder. Packningen orsakar därför en försvårad jordbearbetning, det blir tungt att gräva och plantera växter. De stora aggregaten gör att luftomsättningen och därmed avdunstningen i ytlagret blir hög och marken torkar ut snabbare vilket försvårar etableringen av växter.

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver att de grova porerna är nödvändiga för markens luftväxling och på så sätt också för rotutveckling eftersom syrebrist nedsätter tillväxten vilket kan leda till att stora delar av rotsystemet dör. Porerna fungerar även som kanaler för växternas rötter då växternas förmåga att själv skapa gångar är starkt begränsad. I en uttorkad jord där markskelettet blivit fast kan rötterna endast växa i porer som är grövre än rotdiametern. I en fuktig jord kan rotspetsen mekaniskt flytta undan jordpartiklar men packningen gör att markens mekaniska hållfasthet ökar vilket i sin tur minskar rottillväxten.

Arvidsson och Pettersson (1995) skriver vidare att när växterna under jord inte kan utvecklas och växa som de ska, får detta följderna även ovan jord (figur 4, 5 och 6). En av anledningarna till detta är att vatten och näringsförsörjningen försämras. För att växten skall kunna uppta vatten och de lättrorliga näringsämnena som t.ex. nitratkväve är rotdjupet av störst betydelse. De svårrorliga näringsämnena som t.ex. fosfor är beroende av ett mer finförgrenat rotsystem i matjorden.





*Fig. 4. Några år efter plantering. De flesta buskar där det inte är luckrat har dött. De som har överlevt är al (Foto Kaj Rolf, oå).*



*Fig 5 & 6. Kastanjer i en rondell med packad jord i Malmö. Närbild på en av kastanjerna. De röda strecken markerar årstillväxt, sista året i plantskolan och sedan den låga tillväxten efter plantering. Trädet är inte etablerat efter 9 år (Foto Kaj Rolf, oå).*

Vidare skriver Arvidsson och Pettersson (1995) att en annan faktor som påverkar tillväxten ovan jord är det mekaniska motståndet rötterna får i packad mark. Vid mekaniskt motstånd bildas etylen i rötterna som är ett tillväxthämmande växthormon som påskyndar växtens åldrande. Ett annat växthormon är cytokinin som bland annat motverkar bladens nedvisning. Växthormonet bildas framförallt i rotspetsarna som troligvis via detta hormon påverkar skörden av växterna.

Malm och Berglund skriver (2006) att alla växter har genetiskt betingade skillnader i rotutvecklingen. Trots det är det mycket vanligt att rotutvecklingen begränsas av andra utomliggande faktorer än de genetiska. En vanlig påverkande faktor är det mekaniska motståndet roten stöter på i främst på sandjordar, lerjordar med dålig struktur och på packningsskadade jordar. På dåligt dränerade- och packningsskadade jordar kan syrebristen begränsa rotut-



vecklingen. Lågt pH som förekommer i gyttejordar och vissa mulljordar kan också begränsa rotutvecklingen. Den begränsade rotutvecklingen minskar det växttillgängliga vattnet och ökar därför behovet av bevattning. Rotutvecklingen är avgörande för hur stort vattenmagasin växten kan utnyttja vilket innebär att rotdjupet styr mängden växttillgängligt vatten och i och med det behovet av bevattning.

## 2.3 Åtgärder för att minska markpackningens effekter

Rolf (1993) skriver att för att fastställa vilken typ av djupbearbetning som skall användas behöver markprofilen detaljstuderas. Oavsett vilken metod man väljer måste bearbetningen vara så pass betydande att den åtgärdar de faktorer som är skadliga för växterna vilket är stående vatten, mekaniskt motstånd, syrebrist osv. Metoden måste även ha en varaktighet så att de naturliga processerna i marken kommer igång och luckringen måste därför ske till en nivå under den packade horisonten. Rolf skriver vidare att luckringen har den största effekten om jorden är väl upptorkad. Då aggregaten bara har en tillräcklig stabilitet i relativt torrt tillstånd skall vattenhalten ligga mellan utrullnings- och vissningsgränsen vid användandet av en mekanisk alvluckrare. Vid luckring bryts och omlagras den torra packade marken vilket skapar oregelbundna hålrum och sprickor. Marken återgår aldrig till sitt ursprungstillstånd efter att luckringsredskapet använts. Om jorden är för torr vid luckring, (betydligt mindre risk för torr än för fuktig jord) bryts den i stora klumpar istället för små aggregat och skapar oönskat stora hålrum som försämrar den vattenhållande kapaciteten.

### 2.3.1 Alvluckring

Rolf (1993) menar att oavsett vilket redskap som används är det mycket viktigt att alvluckringen sker när jorden är så pass upptorkad till det djup som skall bearbetas. Beroende på jordart varierar gränsvärdet för vattenhalten och går därför inte att ange. Ett riktmärke är istället att marken måste vara så uttorkad att jorden ger så stort motstånd mot skärtrycket att lyftkraften mot markytan kan bryta upp marken. Om marken ger efter får luckringen motsatt verkan då under- och eventuellt överliggande lager trycks samman vilket resulterar i en igensmetning av det befintliga porsystemet.

#### **Fördelar med alvluckring enligt Nordfarm (2015):**

- Jordstrukturen bryts sönder och luftas, men jordlagren ligger kvar på samma nivå.
- Ökar jordens dräneringsförmåga.
- Ökar kapillärkraften vilket ger snabbare upptorkning.
- Rötter tränger ner djupare.

### 2.3.2 Alvluckringens beständighet varierar

Rolf (1993) skriver att alvluckringens varaktighet kan påverkas och variera mycket kraftigt beroende på:

- Effekten vid bearbetning
- Jordarten
- Sammansättningen av lermineralerna
- Kalktillståndet
- Maskars och andra markorganismers påverkan
- Jordens behandling efter alvluckringen

För att alvluckringen skall bli så varaktig som möjligt behöver den kombineras med t.ex. kalkning, dränering och växter med djupgående rötter. Dålig beständighet av luckringen kan t.ex. bero på följande: hög silthalt, låg lerhalt, lågt pH och/ eller felaktig dränering (Rolf, 1993).

- Lyftning/vändning: En tillförlitlig metod där hacka bearbetar det ytligaste lagret. Ett annat redskap som använts sedan en tid tillbaka är grävskopan som har möjlighet att gå ner djupare. Redskap som kan användas för lyftning/vändning är grävskopa, hacka, plog eller spade, fig.7 (Rolf, 1993).
- Uppbrytning/luftning: Denna metod används inom jordbruket (alvluckrare) för såbäddsberedning (harv) och för djupbearbetning. För att luckra terrassen vid anläggning av grönytor i trädgårdssammanhang används en asfaltsrivare vilken är bakmonterad på en banddriven schaktmaskin. Redskap som kan användas för uppbrytning/luftning är grävskopa, harv, alvluckrare samt asfaltsrivare (Rolf, 1993).
- Luftningsprincipen: Denna metod används på ytor där vegetationen redan är etablerad (Rolf, 1993). Redskap som kan användas för denna metod är grävskopa, grep (stickluftning), stickluftare, hålpipluftare, eller som explosion med hjälp av tryckluft eller dynamit (Rolf, 1993).



Fig 7. Försök med luckring med hjälp av grävskopa i ett villaområde i Staffanstorp. Buskar ett år efter plantering. Till vänster packad mark till höger luckrad mark (Foto Kaj Rolf, oå).

### 2.3.3 Geografiska skillnader i Sverige påverkar typen av åtgärder

Rolf (1993) skriver att geografiska skillnader i Sverige är avgörande för hur lång tid det tar för marken att torka upp så pass mycket att sprickor bildas. På östra sidan av Sverige där nederbörden är mindre påskyndar detta läkningsprocessen av marken. I västra Sverige där nederbörden är mer omfattande (SMHI 2014) tar det mycket lång tid att nå denna upptorkning bara genom avdunstning. En metod som kan användas för att påskynda avdunstningen från marken är att beså ytan med en växt som har ett aggressivt rotsystem. Rotsystemet tar effektivt upp vattnet vilket påskyndar återskapandet av markens naturliga aggregatstruktur jämfört med om den skulle vara bar (Rolf, 1993).

## 2.4 Förebyggande åtgärder för att minska skadliga effekter

Rolf (1993) skriver att följande åtgärder kan vidtas för att minska skadliga effekter i marken.

### Förbättra fordonen

- Minskning av axellaster: Lastbilar, dumpers och grävmaskiner orsakar de största skadorna. Trafiken av dessa fordon bör begränsas till speciella körytor där antingen marken i framtiden skall användas som t.ex. uppfart eller gångväg eller har skyddats med någon form av körlager som makadam eller flis.
- Lastfördelning fram-bakhjul: Mindre hjullastare och dylikt har normalt låga axeltryck. Kritiska gränsvärden (6 tons axeltryck) uppstår när dessa maskiner lastas maximalt. Då sker en omfördelning av axelbelastningen så att maskinvikten och lasten finns på en axel.
- Undvik upprepade körningar: All onödig körning bör undvikas då skadan blir värre ju fler gånger man kör. Den största skadan sker vid den första passagen.
- Däckutrustning: Stora däck, (en ökad diameter och bredare), med låga ringtryck minskar marktrycket då kontaktytan är större och minskar nedsjunkningen.

- Tidpunkt för körning: Marken är som mest packningskänslig efter regn. Undvik därför körning när marken är våt.
- Rätt maskiner: Man bör inte använda större maskiner än nödvändigt då det kan vara avgörande för om skador uppstår eller inte.

#### **Luckringstekniker och när de skall användas enligt (Rolf, 1993)**

- Alvluckrare: Används före plantering för stora ytor när marken är torr
- Grävmaskin: Används före plantering för stora och små ytor. Jorden skall helst vara torr men denna metod är inte lika känslig för vattenhalten som alvluckrare.
- Tryckluft: Används i befintliga planteringar i vissa situationer. För att veta om denna metod lönar sig krävs en noggrann undersökning av marken före behandling.

#### **2.4.1 Vad behöver göras för att föreskriva luckringsåtgärder?**

Rolf (1993) menar att förslagen på åtgärderna i det föregående stycket kan skrivas in som krav i bygghandlingarna. Under byggprocessens gång bör regler skrivas in om hur marken skall skyddas för packning samt vilken luckringsmetod som skall användas. Detta bör göras för att sätta ett pris på entreprenörers oförsiktighet och för att du själv som privatperson skall få en större trygghet.

I RA 13 (Svensk Byggtjänst, 2013) finns det inskrivet under punkt DCL.11 "Växtbädd typ 1 och 2 "påförd jord" att

*"Luckring för kontakt mellan växtbädd och terrass utförs till minst 200 mm djup.  
Luckring för att återställa packningsskador kräver specifika åtgärder."  
(Svensk Byggtjänst 2013)*

och under punkt DCL.12 "Växtbädd typ 3 och 4, befintlig jord" står det följande

*"Beakta att vid användning av befintlig jord ska det säkerställas att hela växtbädden är tillräckligt dränerad och fri från avvikande eller täta skikt". (Svensk Byggtjänst 2013)*

Rolf (1993) menar att denna formulering, i RA 2013, klart och tydligt visar vilka regler som gäller, trots detta följs det inte av entreprenörerna.

#### **2.4.2 Specificera vad som menas med packning**

En annan viktig punkt skriver Rolf (1993) är att precisera vad som menas med "inte packas". Som tidigare nämnts måste en viss form av packning tillåtas för växternas groning och etablering där varje jord har en optimal packningsgrad för bästa tillväxtutbyte hos växterna. I RA anläggning (Svensk byggtjänst 2013) under punkt DCL.247 står det om djupbearbetning för

dränering och under punkt CBB.14 i AMA (Svensk Byggtjänst 2013) står det om Jordschakt för vegetationsyta.

*”Schakt för vegetationsyta ska utföras på ett sådant sätt att schaktbotten inte packas och att vatten inte blir stående. Vid schaktning ska jorden i undergrunden kontrolleras okulärt med fortlöpande uppmärksamhet på att materialet överensstämmer med det i handlingarna angivna. Avvikelse ska utan dröjsmål anmälas till beställaren.”* (Svensk byggtjänst 2013)

Rolf (1993) menar att man under dessa punkter bör man ange arbetsmetod, bearbetningsdjup, lämpligt maskinval och när arbetet lämpligen bör utföras. Något som också bör anges i bygghandlingarna är att luckringsmetoden med rivartanden bakmonterad på en banddriven schaktmaskin väldigt sällan ger en luckring eftersom metoden är så vattenhaltskänslig. Detta innebär att det tydligt måste anges när denna metod får användas.

#### 2.4.3 Ytterligare arbetsmetoder för att minska kompaktering

Barfoed Randrup och Dralle (1997) skriver om en utvärdering utförd av Litcher och Lindsey (1994). I utvärderingen studerade Litcher och Lindsay fem olika typer och kombinationer av markmaterial som skulle minska risken för skadlig markpackning. I utvärderingen testades olika materialkombinationer vilka var plywood, mulch, grus, mulch i kombination med geotextil och mulch i kombination med galler och rister. Resultatet av undersökningen visade att ingen av de fem materialkombinationerna hade någon större effekt. De kom istället fram till att man skulle involvera byggarbetsplatsens arbetsteam om var de får köra med maskinerna för att undvika den skadliga markpackningen och underlätta för växtrötterna.

I en undersökning gjord av Barfoed Randrup och Dralle (1997) studerades vilken inverkan landskapsplaneringen och utformningen av miljön hade på uppkomsten av jordpackning. På 17 slumpvis utvalda förorter i Köpenhamn och Danmark gjordes olika analyser i form av intervjuer och olika provtagningar av marken. Provtagningsplatserna av markkompakteringen var både belägna på insidan och utanför byggområdena. Till ett djup av 1 meter med ett intervall på 0,1 m togs skrymdensitetsprover för att avgöra hur mycket marken kompakterats. Genom att studera arbetsspecifikationer med stöd av efterföljande intervjuer samt organisationen och planeringen av byggarbetsplatserna skapades ett bättre underlag för bedömningen landskapsplaneringens inverkan på jordpackning. Utifrån dessa parametrar bestämdes det om landskapsplaneringen och designen haft någon betydelse för markkompakteringens uppkomst i planteringsområden.

Barfoed Randrup och Dralle (1997) skriver att resultatet visade att inga utmärkande skillnader kunde hittas där jordpackningen påträffades mellan olika typer av upphandlingar, inblandning av landskapsarkitekter eller på kvalitén av olika arbetsbeskrivningar. Då inga betydande skillnader kunde hittas menar Barfoed Randrup och Dralle (1997) att den uppkomna

markpackningen är föranledd av en oavsiktlig jordpackning. Den oavsiktliga jordpackningen uppstår när byggtrafik befinner sig på områden avsedda för plantering. För att undvika att den oavsiktliga jordpackningen rekommenderar Barfoed Randrup och Dralle (1997) att hela området delas in i zoner där byggtrafiken lättare kan kontrolleras. Enligt författarna bör landskapsplanering, byggprojekt samt specifikationer genomföras med dessa zoner i åtanke.

Barfoed Randrup och Dralle (1997) skriver att arbetssättet med indelningen i zoner gör att man lättare kan styra trafiken över en anläggningsyta och på så sätt minska risken för skadlig kompaktering. En mer detaljerad beskrivning av hur dessa tre zoner skall fördelas på byggarbetsplatsen avgörs utifrån varje plats dvs. designen och strukturen på byggnationen samt områdets tänkta utformning efter färdigställandet.

#### **De tre olika zonerna enligt Barfoed Randrup och Dralle (1997):**

- **Byggnationszon:** Innefattar byggnader, stigar, vägar, samt ytor i nära anslutning till byggnader. Det bör inte finnas några specifikationer angående förebyggande eller bevarande åtgärder för byggnationsytan. Fokus skall ligga på hur man bör hantera jordpackningen som med största sannolikhet kommer att uppkomma under anläggningstiden. Om ytan, där byggnationszonen är, skall användas som växtplats bör växtmaterialet väljas utefter de rådande förhållandena på platsen. T.ex. bör föreskrifter med specifikationer ang. ny jord, luckring av jorden samt optimal luckring för platsen finnas med.
- **Arbetszon:** Zon som underbyggnadsperioden används till förvaringsytor och körytor etc. Jorden kommer även i denna zon troligtvis att packas vilket man därför bör ha i åtanke inför växtvalen. Hanteringen efter byggnationen spelar stor roll som hur luckring av ytan utförs samt hur den kan skyddas för ytterligare kompaktering.
- **Skyddad zon:** I den skyddade zonen får ingen trafik eller byggnadskonstruktioner förekomma. För att förhindra oavsiktlig körning på dessa ytor skall skydd som staket sättas upp.

En undersökning gjord av Gysi (2001) visar att man genom att lägga ett 30 cm sandlager ovanpå befintlig jord kan minska hjulets tryck mot marken avsevärt. Sandlagret som visade sig vara mycket effektivt mot jordpackning skulle även kunna bytas ut mot ett tillräckligt tjockt gruslager för att få samma effekt. I samband med byggnationer av gasledning i Schweiz är ett vanligt sätt, för att förhindra jordpackning, att använda ett gruslager som skydd.

## **2.5 Egenskaper hos växter vid dålig dränering**

Löfkvist (2005) skriver att rötterna förändrar markstrukturen genom att trycka undan marken när de växer och på så sätt skapar nya sammanhängande porer. Alla arter reagerar olika på att motståndet ökar vid rotpenetration i marken. Rötter hos mer anpassningsbara arter

kan ge upphov till förändringar i markstrukturen genom att tränga in i jorden och därmed öka bördigheten hos dåligt strukturerade jordar.

Day et al. (1999) skriver att många sumpmarksträd är toleranta mot packad jord och därför är lämpade i en trädgård med kompakt jord och dålig dränering. Dock är mekanismen bakom denna tolerans hos träden okänd. Ett ökat innehåll av markvatten har visat sig lindra en del av effekterna som jordpackning medför, bland annat marpackningens påverkan på tillväxten. Troligtvis påverkas tillväxten på grund av att det ökade vatteninnehållet i jorden minskar markens hållfasthet (marktrycket). Trädslag som har en tolerans för mycket blöta jordar skulle enligt denna hypotes i så fall ha en bättre möjlighet att utveckla sina rötter i en packad jord med hög vattenhalt än icke sumpmarksväxter.

Justin och Armstrong (1987) skriver att många våtmarkslevande arter utvecklar en aerenkrym luftningsvävnad som ökar rotens porositet. Detta fenomen förbättrar syresättningen av översvämmad vävnad i roten men också genom att den sekundära tillväxten hos rötterna kan minska pga. översvämningarna.

RA (Svensk Byggtjänst 2013) skriver att de flesta växter kräver 10 volymprocent luft i hela rotdjupet för att upprätthålla en god etablering efter plantering. Det finns vissa växter som är mer toleranta mot ett lägre luftinnehåll. De avgörande faktorerna för om växtens vattenbehov tillgodoses är växtbäddens förmåga att bevara ett tillräckligt vattenmagasin mellan regnperioder och bevattningstillfällen. Likaså är växtbäddens förmåga att tillgodose växten med näring beroende av hur pass bra växtbädden håller kvar och levererar näring mellan gödslingstillfällena.

Som tidigare diskuterats i arbetet är användandet av växter en effektiv metod för att påskynda läkningsprocessen i marken. Växter med ett aggressivt rotsystem tar effektivt upp vattnet och skapar på så sätt sprickor för vatten och syre att leta sig ner. För att få en bra överblick över vilka växter som lämpar sig för en kompakt lerjord (den typen av jord som är mest känslig för packning) utan dränering har jag skapat tabeller med träd, buskar och perenner. Den största delen av de framtagna träden och buskarna har ett aggressivt rotsystem medan perennerna är framtagna utifrån deras översvämningstolerans. Gustafsson (2015-11-24, personlig kommentar) skriver att man i samband med plantering av träden och buskarna på tomten skall ha i åtanke att de inte bör sättas där man senare vill ha andra träd, utan placeras så att man kan plantera de träd man vill ha mellan dem efter några år. Malmö stad (2014) och Gustafsson (2015-11-24, personlig kommentar) skriver att de träd som står i närheten av ledningar bör tas bort efter ca 10 år för att undvika skador då salixträden kan få upp emot 60 meter långa rötter. Rolf (2014-09-16, personlig kommentar) menar att salixsläktet är bra anpassat till kompakterade lerjordar med dålig dränering på grund av deras effektiva bildning av rötter. På några dagar har en ansenlig mängd adventivrötter bildats.

### 2.5.1 Växter som är lämpliga för kompakterad jord med dålig dränering

Tre stycken olika tabeller kommer visas med träd (tabell 1), buskar (tabell 2) och perenner (tabell 3) lämpliga för en kompakterad lerjord med dålig dränering. De flesta av växterna i tabellerna har ett aggressivt och utbrett rotsystem för att lättare kunna bryta upp den kompakterade jorden. Perennerna är framtagna utifrån deras översvämningstolerans då denna egenskap lämpar sig för att växa i en jord med lågt syreinhåll och dålig dränering.



Tabell 1. Tabellen visar träd anpassade för en kompakt lerjord med dålig dränering. Sökorden första omgången på Movium Plantarum: Lerig kompakt jord, aggressivt rotsystem och inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökning gav 19 träffar. Sökorden andra omgången var: Lerig kompakt jord och inget krav på dränering. Sökningen gav 34 träffar.

Träd	Acer saccharinum 'Laciniatum Wier' flikbladig silver- lön	Alnus glutinosa klibbal	Alnus incana gråal	Populus balsami- fera balsampoppel	Populus balsami- fera 'Elongata' jämtlandspoppel	Salix alba vitpil	Salix alba 'Liempe' vitpil	Salix alba 'Sericea' silverpil	Salix alba var. chermesina 'Brit- zenis' korallpil
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>									
Konstant översvämningssperiod (Blött)									
Långa översvämningssperioder (fuktigt-blött)									
Korta översvämningssperioder (fuktigt-friskt)									
Korta torkperioder (friskt-torrt)									
Långa torkperioder (torrt)									
<b>Placering</b>									
Sol									
Delvis skugga									
Skugga									
<b>Optimalt pH-värde</b>									
Surt									
Neutralt									
Kalkrikt									
<b>Rotsystem</b>									
Aggressivt									
Utbrett									
Rotskottsbildande									
Samlat									
<b>Referenser</b>	1, 2	1, 2	1	1	1	1, 3	1, 3	1, 2, 3	1, 3

Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommor & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 1. Tabellen visar träd anpassade för en kompakt lerjord med dålig dränering. Sökorden första omgången på Movium Plantarum: Lerig kompakt jord, aggressivt rotsystem och inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökning gav 19 träffar. Sökorden andra omgången var: Lerig kompakt jord och inget krav på dränering. Sökningen gav 34 träffar.

Träd	<i>Salix alba</i> var. <i>vitalina</i> gulpil	<i>Salix caprea</i> sälg	<i>Salix erythraeflexuosa</i> skruppil	<i>Salix fragilis</i> knäckpil	<i>Salix fragilis</i> 'Bullata' bollpil	<i>Salix x pendulina</i> 'Elegantissima' fontänpil	<i>Betula pubescens</i> glasbjörk	<i>Salix alba</i> 'Saba' vitpil	<i>Salix x sepulcralis</i> 'Chrysocoma' kaskadpil, hängpil
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>									
Konstant översvämningssperiod (Blött)									
Långa översvämningssperioder (fuktigt-blött)									
Korta översvämningssperioder (fuktigt-friskt)									
Korta torkperioder (friskt-torrt)									
Långa torkperioder (torrt)									
<b>Placering</b>									
Sol									
Delvis skugga									
Skugga									
<b>Optimalt pH-värde</b>									
Surt									
Neutralt									
Kalkrikt									
<b>Rotsystem</b>									
Aggressivt									
Utbrett									
Rotskottsbildande									
Samlat									
<b>Referenser</b>	1, 3	1, 3	1, 3	1, 3	1, 3	1, 3	1	1, 3	1, 3

Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommor & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 1. Tabellen visar träd anpassade för en kompakt lerjord med dålig dränering. Sökorden första omgången på Movium Plantarum: Lerig kompakt jord, aggressivt rotsystem och inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökning gav 19 träffar. Sökorden andra omgången var: Lerig kompakt jord och inget krav på dränering. Sökningen gav 34 träffar.

Prunus ceratifera körsbärsplomonn	Malus sieboldii rönbärsapel	Crataegus mono- gyna 'Stricta' smalkronigt trubbhagtorn	Alnus incana 'laciniata' flikbladig gråal	Alnus incana 'Aurea' guldal	Ulmus glabra skogsalm	Salix x smithi- ana häckvide	Träd
							<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>
							Konstant översvämningsperiod (Blött)
							Långa översvämningsperioder (fuktigt-blött)
							Korta översvämningsperioder (fuktigt-friskt)
							Korta torkperioder (friskt-torrt)
							Långa torkperioder (torrt)
							<b>Placering</b>
							Sol
							Delvis skugga
							Skugga
							<b>Optimalt pH-värde</b>
							Surt
							Neutralt
							Kalkrikt
							<b>Rotsystem</b>
							Aggressivt
							Utbrett
							Rotskottsbildande
							Samlat
1	1	1	1, 2	1	1	1, 3	<b>Referenser</b>

#### Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutik.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommor & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 2. Tabellen visar buskar anpassade för kompakt lerjord utan dränering. Sökord första omgången på Movium Plantarum: Lerig- kompakt jord, aggressivt rotsystem, inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökningen gav 9 träffar. Sökord andra omgången: Lerigt, kompakt jord, ej aggressivt rotsystem (markerat med ett minus), inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökningen gav 30 träffar, varav 5 stycken är med i listan.

Buskar/Buskträd	<i>Rubus cock- burianus</i> Vitgrenigt hallon	<i>Salix caprea</i> 'Silbergulan' sälåg	<i>Salix elaeagnos</i> lavendelvide	<i>Salix elaeagnos</i> 'Angustifolia' rosmarinvide	<i>Salix</i> 'Erythroxiflexu osa' skruvpil	<i>Salix lucida</i> glanspil	<i>Salix vimi- nalis</i> korgvide	<i>Symphoricar- pos albus</i> Snöbär	<i>Symphoricar- pos albus</i> ssp. <i>Laevigatus</i> snöbär
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>									
Konstant översvämningssperiod (Blött)									
Långa översvämningssperioder (fuktigt-blött)									
Korta översvämningssperioder (fuktigt-friskt)									
Korta torkperioder (friskt-torrt)									
Långa torkperioder (torrt)									
<b>Placering</b>									
Sol									
Delvis skugga									
Skugga									
<b>Optimalt pH-värde</b>									
Surt									
Neutralt									
Kalkrikt									
<b>Rotsystem</b>									
Aggressivt									
Utbrett									
Rotskottsbildande									
Samlat									
<b>Referenser</b>	1	1, 3	1, 3	1, 3	1, 3	1, 3	1, 3	1	1

#### Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommar & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 2. Tabellen visar buskar anpassade för kompakt lerjord utan dränering. Sökord första omgången på Movium Plantarum: Lerig- kompakt jord, aggressivt rotsystem, inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökningen gav 9 träffar. Sökord andra omgången: Lerigt, kompakt jord, ej aggressivt rotsystem (markerat med ett minus), inget krav på dränering (markerat med ett minus). Sökningen gav 30 träffar, varav 5 stycken är med i listan.

Buskar/Buskträd	<i>Cornus alba</i> 'Gouchaultii' gulbrökig kormell	<i>Crataegus mono-</i> <i>gyna</i> trubbnageltr	<i>Euonymus euro-</i> <i>paeus</i> bened	<i>Ligustrum vulgare</i> liguster	<i>Ligustrum vulgare</i> var. <i>italicum</i> 'Atrovirens' vintergrön liguster
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>					
Konstant översvämningstolerans (Blött)					
Långa översvämningstoleransperioder (fuktigt-blött)					
Korta översvämningstoleransperioder (fuktigt-friskt)					
Korta torkperioder (friskt-torrt)					
Långa torkperioder (torrt)					
<b>Placering</b>					
Sol					
Delvis skugga					
Skugga					
<b>Optimalt pH-värde</b>					
Surt					
Neutralt					
Kalkrikt					
<b>Rotsystem</b>					
Aggressivt					
Utbrett					
Rotskottsbildande					
Samlat					
<b>Referenser</b>					

#### Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommar & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 3. Tabellen visar perenner anpassade Tabellen visar perenner för syrefattiga kompakta lerjordar samt deras översvämningstolerans och ljuskrav.

Perenner	<i>Ajuga reptans</i> 'Purpurea' rödbladdig revsuga	<i>Alchemilla mollis</i> jättedaggkäpa	<i>Aster novae-angliae</i> luktaster	<i>Astilboidea- tabularis</i> parasollblad	<i>Brunnera macrophylla</i> kaukasisk förgätmigej	<i>Bistorta officinalis</i> stor orrmot	<i>Calla palustris</i> missne	<i>Caltha palustris</i> kabbeleka	<i>Convallaria majalis</i> liljekonvalj
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>									
Konstant översvämningstolerans (Blött)									
Långa översvämningstoleransperioder (fuktigt-blött)									
Korta översvämningstoleransperioder (fuktigt-friskt)									
Korta torkperioder (friskt-torrt)									
Långa torkperioder (torrt)									
<b>Placering</b>									
Sol									
Delvis skugga									
Skugga									
<b>Referenser</b>	4, 1	4, 1	4, 1	4, 1	4, 1	5, 1	5	5, 1	4, 1

#### Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommar & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 3. Tabellen visar perenner anpassade Tabellen visar perenner för syrefattiga kompakta lerjordar samt deras översvämningstolerans och ljuskrav.

Perenner	<i>Dornera peltata</i> sköldbräcka	<i>Euphorbia pa- lustris</i> kärtörel	<i>Filipendula camtschatica</i> jättealgräs	<i>Geum rivale</i> humleblonster	<i>Gunnera mani- cata</i> jättegunnera	<i>Fallopia japo- nica</i> parksilke	<i>Hemerocallis daglilja</i>	<i>Iris pseudacorus</i> svärdslilja	<i>Lysmachia nummularia</i> penningblad
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>									
Konstant översvämningstolerans (Blött)									
Långa översvämningstoleransperioder (fuktigt-blött)									
Korta översvämningstoleransperioder (fuktigt-friskt)									
Korta torkperioder (friskt-torrt)									
Långa torkperioder (torrt)									
<b>Placering</b>									
Sol									
Delvis skugga									
Skugga									
<b>Referenser</b>	4, 1	5, 1	5, 1	1	4, 1	1	4, 1	4, 1	4

#### Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommor & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]

Tabell 3. Tabellen visar perenner anpassade Tabellen visar perenner för syrefattiga kompakta lerjordar samt deras översvämningstolerans och ljuskrav.

Perenner	<i>Physostegia virginiana</i> drakmynta	<i>Polemonium coeruleum</i> blågull	<i>Rheum palmatum</i> var. <i>Tanguticum</i> Prydnadsrabar-	<i>Rodgersia cvs</i> rogersia	<i>Rudbeckia fulgida</i> prakt rudbeckia	<i>Sanguisorba pimpineller</i>
<b>Översvämningstolerans och torktålighet</b>						
Konstant översvämningstolerans (Blött)						
Långa översvämningstoleransperioder (fuktigt-blött)						
Korta översvämningstoleransperioder (fuktigt-friskt)						
Korta torkperioder (friskt-torrt)						
Långa torkperioder (torrt)						
<b>Placering</b>						
Sol						
Delvis skugga						
Skugga						
<b>Referenser</b>	4, 1	4, 1	4, 1	5, 1	5, 1	5, 1

#### Referenser tabell 1, 2 & 3

<sup>2</sup> Essunga Plantskola. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas och plantskola. ([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [Elektroniskt] [2015-11-24]

<sup>5</sup> Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

<sup>3</sup> Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. [pdf] [Elektroniskt] [2015-11-23] Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html>

<sup>4</sup> Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommor & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

<sup>1</sup> Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [Elektroniskt] [2015-11-23]



## 2.6 Plantering och etablering av växter

Det är inte bara markens porvolym och sammansättning som påverkar växternas överlevnad. Lika viktigt är skötseln efter planteringen. Nedan följer några anvisningar på vad man skall tänka på vid plantering och etablering för att ge växterna de bästa förutsättningarna för en god utveckling.

### 2.6.1 Vilken jord är bäst att använda: befintlig eller tillverkad?

Folkesson (2014-15) skriver i Jordkokboken hur man går tillväga för att avgöra om man skall använda sig av befintlig markprofil eller inte samt vilka för och nackdelar de båda markprofilerna har. För att veta om den befintliga markprofilen är relevant att arbeta med måste det konstateras om marken kommer hållas ostörd på platsen eller inte. Alltså att den befintliga markprofilen inte kommer beröras av byggnadsarbeten eller att befintliga markhöjder inte genomgår några större förändringar. Förhoppningsvis kan vissa delar av markprofilen användas men det avgörs också beroende på vad platsens slutgiltiga resultat ska bli, alltså vilka växter som skall växa på platsen och den tänkta skötselintensiteten. Växternas ståndort avgör om de matchar den befintliga jordprofilen eller inte. Folkesson skriver vidare att ett bra hjälpmedel är att använda sig av en jordanalys för att få viktig information om den befintliga jorden, framförallt de underliggande jordlagren på platsen. Genom jordanalysen kan bland annat kornstorleksfördelning, mullhalt och jordens näringsstatus utläsas. Var grundvattennivån befinner sig i marken samt i vilken mån marken är packad, vilket indirekt visar markens dränerande förmåga, har också betydelse.

Folkesson (2014-15) skriver att det är viktigt att veta på vilket sätt de olika jordarna skiljer sig åt när valet står mellan att använda befintlig jord, naturligt bildad jord från annan ort eller en tillverkad jord. Då mikrolivet i en jord har stor påverkan på växternas välmående fås det bästa resultatet genom att plantera i befintlig jord som bildats på platsen under lång tid. Likaså kan en naturligt bildad jord hämtad från annan ort ha ett gott mikroliv. Dock bör man vara medveten om att jorden kan ha tagit skada genom ovarsam behandling under schakt, transport eller under tiden jorden legat på lager i väntan på användning. Jord lagrad i för stora högar har en negativ påverkan på mikrolivet. Lerjordar är extra känsliga för ovarsam hantering då aggregatstrukturen kan ta skada. Då en påförd naturligt bildad lerjord skall användas är det mycket viktigt att aggregatstrukturen inte tagit skada under harpnings- och lagringsprocessen. Folkesson (2014-15) skriver vidare att tillverkade jordar har ett sämre mikroliv i jämförelse med naturligt bildade. Även om man skulle tillföra kompost som bidrar till mikroliv är de tillverkade jordarna trots denna åtgärd ett sämre alternativ.

Folkesson (2014-15) belyser också problemet att en tillverkad jord i princip kan innehålla vilka komponenter som helst. Krossmaterial och giftiga ämnen är enligt AMA det enda be-

ståndsdelarna som inte får förekomma i jorden. Vanligtvis innehåller den tillverkade jorden som säljs på marknaden rötslam och det har i laboratorieanalyser av jord påträffats innehåll av slakteriavfall, gjutsand och avfall från cellulosaindustrin. Förekomsten av återvinningsprodukter i tillverkade jordar anger företagen, som tillverkar och säljer jordarna, som en hållbarhetsaspekt vilket Folkesson tycker är diskutabelt.

Folkesson (2014-15) skriver också att vissa som använt tillverkade jordar efter några år märkt att jordens egenskaper försämrats, bland annat att den blivit kompakterad och hård. Att de försämrade egenskaperna generellt drabbar alla tillverkade jordar är svårt att avgöra. Det som bestämmer jordens kvalitet och långsiktiga resultat är vilka komponenter som blandats i jorden vid tillverkning.

Sammanfattningsvis kan kostateras enligt Folkesson (2014-15) att:

- Förstahandsvalet bör helst vara befintlig jord då detta ger stort möjlighet till en stabil och god aggregatstruktur med ett gott mikroliv, på grund av att risker för skador under lagring/flyttning samt transporter uteblir.
- Andrahandsvalet bör i regel vara naturligt bildad jord från annan plats. Om jorden hanteras varsamt finns potential till god aggregatstruktur, gott mikroliv och en jord vars egenskaper inte riskerar att bli sämre med tiden. Att eftersträva en så kort transportsträcka som möjligt är alltid viktigt ur miljöperspektiv.
- Det tredje alternativet är att använda tillverkad jord om naturligt bildad jord inte finns att tillgå inom en rimlig transportsträcka.

## 2.6.2 Växternas krav på jordvolym

Malmö stad (2014) skriver att ett nyplanterat träd alltid skall ha tillgång till minst 15 m<sup>3</sup> jordvolym för optimal tillväxt och livslängd. Det är också viktigt att ytan runtomkring trädet är så öppen som möjligt för att tillgodose trädets behov av luft, näring och vatten. Splendor Plant (2014) och Malmö stad (2014) skriver att sluthöjden på trädet avgör storleken på växtbäddarna. Vissa arter har större krav på jordvolym vilket i dessa fall skall tas hänsyn till. Splendor Plant (2014) skriver att de träd som har för liten tillgänglig jordvolym får en sämre tillväxt, snabbt får torra grenar och inte har möjlighet att utvecklas till sin slutgiltiga storlek utan regelbunden bevattning vid torka. Ett vanligt fenomen hos träd planterade nära hårdgjorda ytor är att rötterna söker sig utanför växtbädden som kan orsaka lyftskador i plattytter och asfaltsbeläggningar. En för liten jordvolym kan även medföra en risk att trädrötterna tränger sig in i dagvatten-och dräneringssystem.

Splendor Plant (2014) skriver vidare att buskar, häckväxter och perenner inte kräver ett lika stort jordutrymme för rötterna men i övrigt har samma krav som träden. För buskar ska växtbädden vara porös till minst 60 cm djup och för perenner något grundare bearbetad. Perenner är i jämförelse med buskar och träd mer känsliga för stående vatten vilket innebär

att det är extra viktigt med en god dränering där vatten kan passera obehindrat genom hela jordprofilen. Växtbädd för perenner skall vara bomberad- buktig med upphöjt mittparti för att undvika ansamlingar av vatten. Som tidigare diskuterats i arbetet är dräneringen mycket dålig i en packad jord vilket gör att ansamlingar av vatten lätt uppkommer. Därför är det viktigt att man vid övervägandet av perenner bör välja de som är översvämningstoleranta.

### 2.6.3 Planteringsdjup

Splendor Plant (2014) skriver att planteringsdjupet är viktigt för att ge växterna de rätta förutsättningarna att snabbt bilda rötter och etablera sig. En för djup plantering kan ge upphov till syrebrist för rötterna som försvårar etableringen, detta kommer i sin tur att leda till att växten tynar bort och måste bytas ut. Växter som hamnar för djupt måste lyftas upp till rätt nivå i växtbädden då borttagning av jord ovanför rotsystemet inte räcker.

Splendor Plant (2014) skriver vidare att träd med rotklump planteras med rotklumpens översida i marknivå. Barrotade växter planteras med rothalsen (övergången mellan underjordisk och ovanjordisk del) i marknivå. När det gäller planteringsdjup av salix och poppel finns undantag då dessa planteras på 10-20 cm djup. Denna typ av plantering gynnar deras etablering då adventivrötter bildas från den del av stammen som hamnar under jord. Likaså är planteringsdjupet av klematis och förädlade rosor annorlunda. Planteringsdjupet skall från rothalsen respektive förädlingsstället vara 10 cm under markytan.

Vidare belyser Splendor Plant (2014) vikten av att planteringsgropens botten behöver vara stabil då växter med stora rotklumpar som träd och buskar tenderar att sjunka efter planteringen. Botten där rotklumpen placeras skall vara packad och enbart bestå av mineraljord. Jorden runt omkring där rötterna skall breda ut sig skall vara porös. Tunga växter skall planteras högt ca 5-10 cm ovan marknivå (beroende på underlaget) om växtbäddens planteringsbotten består av ditforslad jord eller som av annan anledning har mindre stabilitet. När jorden sätter sig, får ett stabilare tillstånd, sjunker trädet/busken och planeringsnivån blir korrekt. Ett vanligt riktvärde är att det blir ca 15 % sättning av en ditforslad eller djupluckrad jord.

### 2.6.4 Bevattning och bevattningsmängd under etablering

För att växterna skall få en bra start efter planteringen är det mycket viktigt att vattna dem regelbundet. Barrotade plantor av mindre kvalité bör ha 3l/m<sup>2</sup> vatten per dag under sin etablering, (etableringen brukar vara runt 1,5-2 år), för en god tillväxt och utveckling (Gustafsson, 2015, personlig kommentar). Splendor plant (2014) skriver att jorden bör hållas fuktig och att bevattning sker vid behov tills de etablerat sig. Jordens fuktighet bör kontrolleras minst en gång i veckan, under varma perioder oftare. Efter etablering som vanligtvis är från och med tredje säsongen kan bevattningen begränsas till torra perioder. Det är också mycket

viktigt att jorden blir fuktig på djupet vid varje bevattningstillfälle. Ett generellt riktvärde är att vid varje bevattningstillfälle vattna 30 liter vatten per m<sup>2</sup> vilket motsvarar 30 millimeters nederbörd.

Malm och Berglund (2006) skriver att de bästa förutsättningarna för den vegetativa tillväxten hos växten generellt är när vatteninnehållet i rotzonen ligger strax under fältkapaciteten. Detta är i princip bara möjligt att genomföra med droppbevattning då det annars skulle bli för dyrt och opraktiskt att vattna så ofta. Dessutom skulle det inte vara möjligt att vattna med så små mängder och så ofta för att bibehålla en såpass hög så markfuktighet. Vattenmängden vid bevattning bör regleras så att avrinning från rotzonen undviks genom att marken fylls på till strax under fältkapaciteten. Vattengivan är mycket viktig- då för mycket vatten kan leda till syrebrist, ökad risk för skadeangrepp, minskad tillväxt och risk för utlakning av växtnäringsämnen (tabell 4 för lämpliga vattenmängder vid bevattning). Om vattenmängden är för liten blir inte hela rotzonen genomfuktad vilket kan leda till minskad rottillväxt och rotdöd. Malm och Berglund (2006) skriver att när det växttillgängliga vattnet redan är hälften förbrukat i hela rotzonen, är matjorden ofta uttorkad till vissningsgränsen. Detta påverkar växten negativt eftersom växtnäringsupptagningen försämras trots växtens möjlighet att hämta upp vatten från djupare lager. Rätt utförd bevattning leder till ökad tillväxt, bättre kvalitet och minskad växtnäringsutlakning.

Den optimala bevattningsmängden avgörs enligt Malm och Berglund (2006) utifrån:

- Jordens vattenhållande förmåga
- Rotdjup
- Växtens utvecklingsstadium
- Bevattningsutrustning

*Tabell 4. Lämpliga vattenmängder för olika jordar och rotdjup (Malm och Berglund 2006)*

Jordart i matjorden	mm per gång
Mullfattig sand	15
Lerig sand-grovmo	20
Lättlera	25
Mellanlera, styv lera	30

### 3. Diskussion

#### 3.1 Uppkomsten av skadlig markpackning i villaträdgårdar

Hur den skadliga markpackningen uppstår verkar enligt Rolf (1993) bero på flera olika samverkande faktorer. Först har vi den teknisk/sociala aspekten. I denna kan man inkludera effektiviseringen av hus- och markbyggnadsarbeten, den bristande informationen i bygghandlingarna om *hur* terrassen skall luckras, dålig kommunikation mellan den gröna sektorn och byggbranschen och fel användning av fordon. De senare är faktorer som bidrar till en bristande kunskap i byggbranschen om vad skadlig markpackning ger för konsekvenser i den framtida växtmiljön.

Sedan har vi den fysikaliska aspekten av hur markpackning uppstår vilken är beroende av flera olika komplexa samverkande faktorer som har betydelse för hur stor skadan blir enligt (Arvidsson och Pettersson 1995);

- vattenhalten i jorden
- jordart
- aggregatens hållfasthet
- tidigare packning
- tryckets storlek
- tiden trycket verkar

Rolf (1993) menar att trädgården inte är prioriterad utan kommer i andra hand under byggprocessen vilket gör att liten uppmärksamhet ägnas åt problemen. Avsaknaden av en tillförlitlig kontrollmetod för att se om terrassen verkligen är luckrad försvårar situationen ytterligare.

Det förefaller som ett närmare samarbete mellan byggbranschen och den gröna sektorn behövs för att få en bättre förståelse och inblick i de olika momenten som utförs på byggarbetsplatsen. Det verkar också som att den skadliga markpackningen hade kunnat undvikas då det ofta handlar om okunskap, missförstånd och snålhet i byggbranschen. Genom att inte luckra jorden och återställa den i befintligt skick sparar byggarna tid och pengar. Istället får de missnöjda kunder som fått en förstörd tomt. Kunderna köper helheten, både hus och trädgård. Om tomten blir förstörd av maskinerna kan byggfirmans ryckte skadas.

Ett arbetssätt som Rolf (1993) tar upp är tekniken som används för att lägga på jord för att åstadkomma olika typer av nya höjder och former på den befintliga platsen. Flera tunna lager jord läggs ut i omgångar och plattas till med en maskin. Detta innebär att jorden packas mycket eftersom maskinen kör över på samma plats flera gånger. Denna teknik används vid vägbyggen där marken under måste vara ytterst stabil och där ingen växtlighet får före-

komma. Det är sten, grus och sand som läggs ut, inte jord, vilket gör att tekniken fungerar bra att använda i dessa sammanhang då marken behöver vara ordentligt packad.

Metoden är effektiv då det ska gå snabbt och bli stabilt. Men man kan anta att de som utför arbetet och även de som har projekterat ytan, inte förstår vad det blir för konsekvenser när metoden används i andra sammanhang som grönytor. Typen av packning som uppstår är enligt Rolf (1993) skadlig för marken och växterna, det blir stående vatten och växterna får svårt att etablera sig etc. Troligtvis är det ekonomin som styr där en stor maskin kan göra arbetet snabbare och därför mer kostnadseffektivt än en mindre. Detta beror också på hur mycket kunden är beredd att betala. När stora maskiner används på fel sätt kan detta kosta mycket pengar i slutändan i form av luckring och/eller växter som inte kan etablera sig och därför dör.

### 3.2 Markpackningens inverkan på växternas överlevnad och etablering

I uppsatsen har det konstaterats (Arvidsson och Pettersson, 1995), (Rolf, 1993), (Malm och Berglund, 2006) att markpackningen har en stor inverkan på växternas etablering och överlevnad. Då en packad jord har en mindre andel grövre porer, eftersom hålrummen och porvolymer minskat, innebär detta att markens fysikaliska egenskaper är förändrade. De fysikaliska förändringarna i marken påverkar växten mycket negativt. Syreinhållet i marken minskar på grund av en mindre andel grova porer, markens förmåga att dränera vatten blir sämre och växternas förmåga att kunna ta sig fram med rötterna försvåras avsevärt. Malm och Berglund (2006) och Arvidsson och Pettersson (1995), skriver att markens vattenavgivning till luften sker i snabbare takt vilket torkar ut marken fortare och den begränsade rotutvecklingen som blir till följd av den packade marken försvårar näringsupptaget för växterna och gör att det växttillgängliga vattnet minskar och behovet av bevattning ökar.

När man ser vilka konsekvenser som uppstår till följd av den förstörda aggregatstrukturen i jorden kan man sluta sig till det inte finns så många växter som klarar av att växa i en sådan mark och de som gör det har ett stort behov av en intensivare skötsel som t.ex. bevattning under etableringstiden. Man kan konstatera att etableringstiden bli längre i en jord som blivit packningsskadad på grund av mycket försämrade förutsättningar som råder i jorden till skillnad från en välmående jord. Konsekvensen blir också att en intensivare skötsel krävs under en längre tid innan växterna kan klara sig själva. Situationen som uppstår i marken gör det svårt för villaägarna att direkt kunna plantera de växter de önskar utan att växterna dör. Mycket arbete och pengar kan gå förlorade om marken inte återställs.

### 3.3 Tankar kring förebyggande åtgärder av markpackning

Det bästa och mest effektiva sättet för alla inblandade parter under en nybyggnation kan vara att arbeta i förebyggande syfte för att slippa ta till nödlösningar för att marken blivit

skadad. Det gynnar både entreprenörerna, villaägarna och växterna som skall växa på platsen. Det sparar också tid eftersom återhämtningen för marken tar många år.

Den oavsiktliga markpackningen som är ett resultat av byggtrafik förekommande på området avsedda för plantering visar sig enligt Barfoed Randrup och Dralle (1997) vara orsaken till jordpackningens uppkomst då inga signifikanta skillnader kunde hittas mellan olika typer av upphandlingar, inblandning av landskapsarkitekter eller kvalitén på olika arbetsbeskrivningar.

Då ett skyddande lager av markmaterial i de flesta fall troligtvis både är för besvärligt och för dyrt att använda sig av i en villaträdgård är ett bättre alternativ, rent kostnadsmässigt och praktiskt, en indelning av zoner i trädgården. De förutbestämda ytorna som ska bli uppfart, gång eller en yta utan växtlighet är en byggnationszon och arbetszon medan t.ex. trädgården på baksidan av huset är en skyddad zon.

En annan effektiv åtgärd enligt Rolf (1993) är att förbättra fordonen, då kan marken skyddas ytterligare från onödiga påfrestningar genom en minskning av axellaster, lastfördelning fram-bakhjul, undvika upprepade körningar när marken är som mest packningskänslig och att använda breda däck med låga ringtryck.

Troligtvis gör denna metod stor skillnad för att minska riskerna för markkompaktering. En fördel med denna åtgärd är att den inte kostar något. Här handlar det om att förbättra arbetssättet genom att planera körningarna, vara noga med lastfördelningen på fordonet och utrusta fordonet med breda däck som har låga ringtryck.

### 3.4 Åtgärder när markpackning uppstått

Den vanligaste metoden är idag enligt Rolf (1993) markluckring med olika typer av redskap fäst till en grävskopa som kan förbättra jordstrukturen. För att ta reda på vilken metod som är bäst att använda behöver markprofilen studeras i form av markens fysikaliska och kemiska egenskaper. Den geografiska placeringen av trädgården verkar också vara betydande, då årsnederbörden påverkar val av metod. Oavsett vilken metod man väljer menar Rolf (1993) att jorden bearbetas ordentligt ända ner till alven där packningen förekommer. Luckring vid fel tillfälle eller med fel metod kan få motsatt effekt och det är därför mycket viktigt att någon med erfarenhet av markpackning och luckring är på plats för noggrann bedömning.

En annan effektiv metod enligt Rolf (1993) är att ta hjälp av växterna. Växternas rötter suger upp vattnet vilket gör att marken i sin tur torkar upp fortare och spricksystem bildas som påskyndar markens läkningsprocess. Splendor Plant (2014) poängterar etableringsskötselns betydelse för deras överlevnad och välmående. Malm och Berglund (2006) skriver att växterna har extra svårt att tillgodogöra sig tillräckligt med vatten i en packad jord på grund av

den höga avdunstningen som torkar ut marken mycket fortare, till skillnad från en välmående jord. Därför är det extra viktigt med bevattningen. Ett annat bevis som styrker argumentet enligt Malm och Berglund (2006) att inte slarva med vattningen är studierna som gjorts i svenska försök som visat att en väl utförd bevattning i de flesta fall leder till att rotsystemet blir kraftigare och djupare, framförallt på jordar med dålig marstruktur. Bevattningen kan då öka rötternas möjlighet att växa på djupet och växten kan därför utnyttja mer vatten och näring i alven.

För att bibehålla en jämn fuktighet är droppbevattning att föredra och framförallt användbart i häckplanteringar. Man bör vara medveten om att etableringstiden kräver en mer intensiv skötsel än efter etableringen. Ju noggrannare man är med vattning desto lättare och fortare går det för växterna att etablera sig. Man bör också vara medveten om att planteringen av växterna inte är lika lätt som i en välmående jord. Packningen orsakar enligt Arvidsson och Pettersson (1995) en försvårad jordbearbetning vilket gör att det blir tungt att gräva. Det förefaller att den lite slitsammare planteringen och intensivare etableringsskötseln är värt besvären eftersom grönska på tomten livar upp platsen avsevärt jämfört med en tomt utan växtlighet. Dessutom påskyndar växterna läkningsprocessen i marken vilket gör att väntan inte blir lika lång innan man kan plantera de växter man önskat.

För att påskynda läkningsprocessen föreslår Rolf (1993) växter som tål den syrefattiga, dåligt dränerade miljön som råder. Att lägga pengar på andra växter som inte klarar denna typ av miljö är inte att rekommendera eftersom växterna skulle ta stor skada eller dö. För de som bor på östkusten där nederbörden är mindre kan man låta marken torka upp så att sprickor bildas. I västra delen är detta inte ett alternativ då nederbörden är större.

I AMA och RA står det utförligt skrivet vad som skall göras på tomten i färdigställandet av trädgården. Om anvisningarna inte följts i byggbranschens tekniska regelverk av bygg/anläggningsfirman eller du som beställare inte är nöjd med arbetet som gjorts är det mycket viktigt att klagomål framförs till byggfirman. Endast då kan skadestånd utdelas och förhoppningsvis blir konsekvensen att anvisningarna följs under kommande byggprojekt.

### 3.5 Reflektioner kring metod, material och vidare forskning

Att skriva en teoretisk del utifrån en litteraturstudie kändes som ett bra sätt att fördjupa sig inom ämnet och hitta information. Forskningen inom markpackning, framförallt i villaträdgårdar, är mycket begränsad vilket gjort att jag till viss del använt mig av litteratur inriktad på markpackning inom jordbruk, skogsbruk och urban miljö. Den begränsade litteraturen som finns att tillgå beror främst på att forskningen inom jordbruket och urban miljö har pågått under en längre tid och varit mer angeläget att forska om än markpackning i villaträdgårdar. Stor del av de rapporter och forskningsstudier som finns tillgänglig är gamla eller har gjorts i andra delar av världen bland annat USA som har ett annat klimat än i Sverige vilket man bör ha i åtanke framförallt när det gäller växtvalet. Det förefaller utifrån min litteratursökning



att de saknas forskning om växtmaterial lämpade för jordar där de markfysikaliska förhållandena satts ur balans, i synnerhet i villaträdgårdar för svenska klimat. Det här verkar alltså vara ett område där vidare forskning behövs.

Likaså är utbudet av trovärdig och god litteratur begränsad när det gäller växtmaterialens specifika tolerans mot översvämningar och växter anpassade för kompakt lerig jord med dålig dränering. Därför hade ett bra komplement till litteraturstudien varit att intervjua personer med denna typ av kunskap. Intervjuerna hade troligtvis varit till hjälp för att besvara en del av frågorna mer ingående och givit ett bredare urval av användbara växter utifrån den litteratur som funnits tillgå.

## 4. Slutsats

Uppkomsten av markpackningen bror på flera olika samverkande faktorer både tekniska/sociala och markfysikaliska. För att veta vilka åtgärder som skall vidtas och om det ens är en markpackning som är problemet på tomten är det alltid bra att en kunnig person inom området är på platsen och avgör. Det bästa sättet rent kostnads- och tidsmässigt för alla inblandade parter i byggprojektet är att arbeta i förebyggande syfte innan markpackningen uppkommit. Detta genom en förbättring av fordonen, uppdelning av tomten i olika zoner samt att all körning på tomten begränsas till då marken är som minst packningskänslig.

### 4.1 Markpackningens inverkan på växternas överlevnad och etablering

Det kan utifrån litteraturstudien konstateras att skadlig markpackning påverkar växterna mycket negativt. När de markfysikaliska förhållandena i marken sätts ur balans påverkas växternas tillväxt och välmående oavsett om de vuxit på platsen länge eller är nyplanterade. Den kompakterade marken begränsar tillväxten och försvårar växtens livsnödvändiga funktioner som näringsupptag, tillgång till syre, vatten och tillräckligt med jordutrymme. Därmed ökar risken för att växterna skall drabbas av rötskador och rotdöd och, om de lyckas överleva, en avsevärt förlängd etableringstid.

### 4.2 Åtgärder för att påskynda läkningsprocessen i marken och användbara växter

Den mest beprövade och vanligaste metoden att använda är markluckring med hjälp av en gränskopa. Om luckringen görs på rätt sätt förbättras jordstrukturen. Vid fel tillämpning och tidpunkt kan tillståndet förvärras. En annan effektiv metod är att ta hjälp av växter. Om rätt typ av växter planteras (tabell 1, 2 och 3) förbättrar de aggregatstrukturen i jorden avsevärt. Egenskaperna som karaktäriserar denna typ av växter är att de skall ha ett aggressivt och utbrett rotsystem, vara översvämningstoleranta och torktåliga samt klara att växa i en jord med dålig dränering. Vilken typ av växter som lämpar sig att användas i detta sammanhang visar jag i tabellerna 1, 2 och 3.

## 5. Tips och råd

### Inför kommande byggprojekt

- Fråga byggarbetarna på platsen om vilka åtgärder de vidtagit för att minska riskerna för skadlig markpackning.
- Kontrollera bygghandlingarna och leta efter punkterna DCL.11 "Växtbädd typ 1 och 2 "påförd jord", DCL.12 "Växtbädd typ 3 och 4, befintlig jord", DCL.247 "Djupbearbetning för dränering" och CBB.14 "Jordschakt för vegetationsyta". Om dessa står med måste jorden luckras efter att avslutat byggprojekt.

### När skadlig markpackning uppstått

- Vattenansamlingar vid regn och mycket hård jord är indikatorer på att jorden blivit skadad.
- Om det skett en skadlig markpackning på tomten, anlita eller fråga en kunnig person om de bästa åtgärderna att vidta för just er tomt.
- Glöm inte att klaga hos entreprenören som åstadkommit markpackningen för att reda ut händelsen och klargöra vem som ska stå för kostnaderna för återställandet av tomten.
- Ta hjälp av växterna för att påskynda läkningsprocessen i marken. Plantera växter som klarar av att växa i packad lerjord med dålig dränering (se tabell 1,2 & 3) och beså den bara jordytan med gräs för att undvika stående vatten på tomten.

### Val av jord

- Förstahandsvalet bör helst vara befintlig jord då detta innebär störst chans att få en stabil och god aggregatstruktur med ett gott mikroliv, då risker för skador under lagring/flyttning samt transporter uteblir.
- Andrahandsvalet bör i regel vara naturligt bildad jord från annan plats. Om jorden hanteras varsamt finns potential till god aggregatstruktur, gott mikroliv och en jord vars egenskaper inte riskerar att försämrats med tiden. Att eftersträva en så kort transportsträcka som möjligt är alltid viktigt ur miljöperspektiv.
- Det tredje alternativet är att använda tillverkad jord om naturligt bildad jord inte finns att tillgå inom en rimlig transportsträcka.

## 6. Referenser

Arvidsson, J. & Pettersson, O. (1995). *Jordpackning och Markstruktur*. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Barfoed Randrup, T. & Dralle, K. (1997). *Influence of planning and design on soil compaction in construction sites*. Danmark. Landscape and Urban Planning 38.

Craul, P. J. (1992). *Urban Soil in Landscape Design*. United States of America. John Wiley & Sons, Inc. Del av kapitel 3 (sid.85-114)

Day, S.D., Seiler, J.R., Persaud, N. (2000). A comparison of root growth dynamics of silver maple and flowering dogwood in compacted soil at differing soil water contents. *Tree Physiology*, vol. 20 (4), ss. 257-263. Tillgänglig:

<http://urbanforestry.frec.vt.edu/documents/articles/2000TreePhys.pdf> [2015-11-20]

Essunga Plantskola. (okänt årtal). *Elektronisk växtdatabas och plantskola*.

([www.essungaplantskola.se](http://www.essungaplantskola.se)) [2015-11-24]

Folkesson, A. (2015) *Jordkokboken- en handbok i att föreskriva specialväxtbäddar i Anläggnings-AMA*. Under publicering av Svensk Byggtjänst. Hämtat från

<http://www.movium.slu.se/system/files/course/11036/files/jordkokboken.pdf> [2015-12-02]

Gysi, M., Maeder, V., Weisskopf, P. (2001). Pressure Distribution Underneath Tires of Agricultural Vehicles. *Transactions of the ASAE*, vol. 44 (6), ss. 1385–1389. Tillgänglig:

[ftp://bseerv214.bse.vt.edu/Hop/Other\\_papers/PRESSURE%20DISTRIBUTION%20UNDERNEATH%20TIRES%20pm2842.pdf](ftp://bseerv214.bse.vt.edu/Hop/Other_papers/PRESSURE%20DISTRIBUTION%20UNDERNEATH%20TIRES%20pm2842.pdf) [2015-12-05]

Hansson, M., Hansson, B. (2011). *Perenner- Inspiration- skötsel- lexicon*. 3 uppl. Italien. Nordstedts Förlagsgrupp AB.

Jordbruksverket 2013. *Handbok för salixodlare*. 2 uppl. Tillgänglig:

<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/handbok-for-salixodlare.html> [2015-11-23]

Justin, S.H.F.W., & Armstrong, W. (1987). The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. *New Phytologist*, vol. 106, ss. 465-495. Tillgänglig:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1987.tb00153.x/epdf> [2015- 12-22]

Lichter, J.M., Lindsey, P.A., 1994. The Use of Surface Treatments for the Prevention of Soil Compaction During Site Construction. *Journal of Arboriculture*, vol. 20 (4), ss. 205-209.

Tillgänglig: <file:///C:/Users/Casper/Downloads/p0205-0209.pdf> [2015-12-07]

Lorentzon, K., Persson, B., Ginstmark, R., Johnsson, B., Nilsson, S., Whalsteen, E., Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). *Blommor & Buskar*. 5 uppl. Wien. KB.

Löfkvist, J. (2005). *Modifying soil structure using plant roots*. Diss. (sammanfattning). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig på Internet: <http://epsilon.slu.se/200560.pdf>

Malm, P. & Berglund, P. (2006). *Bevattning och växtnäringsutnyttjande*. Greppa näringen 2006. Tillgänglig: [http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/bevattning/Bevattning\\_greppa\\_broschyr.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/skane/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/bevattning/Bevattning_greppa_broschyr.pdf) [2015-12-01]

Malmö stad (2014-10-01) *Park- & grönytor – träd*. Tillgänglig: <http://www.projektering.nu/tr%C3%A4d.html> [2016-01-22]

Movium Plantarum. (okänt årtal). Elektronisk växtdatabas ([www.plantarum.slu.se](http://www.plantarum.slu.se)) [2015-11-23]

Nordfarm (2015) *Alvluckrare förbättrar jordstrukturen*. Tillgänglig: <http://www.nordfarm.se/component/k2/item/1042-alvluckrare-f%C3%B6r-b%C3%A4ttrar-jordstrukturen> [2015-01-04]

Rolf, K. (1993). Luckring av packad mark. *Gröna fakta*. Vol. 4 ss. 1-8.

SMHI (23 april 2014). *Normal uppmätt årsnederbörd, medelvärde 1961-1990*. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/normal-uppmatt-arsnederbord-medelvarde-1961-1990-1.4160> [2015-11-11]

Splendor Plant AB. (2014). *Allmänna råd för hantering, plantering och skötsel av plantskoleväxter*. Jonstorp. Splendor Plant AB. [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.splendorplant.se/wp-content/uploads/2014/08/Infoblad-Allm%C3%A4nna-r%C3%A5d-f%C3%B6r-hantering-plantering-och-sk%C3%B6tsel-av-plantskolev%C3%A4xter-webversion1.pdf> [2015-11-30]

Svensk Byggtjänst (2013). *Råd och anvisningar till AMA Anläggning 13. RA Anläggning 13*. Västerås 2014. Edita Bobergs AB.

Svensk Byggtjänst (2013). *Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten. AMA Anläggning 13*. Västerås 2014. Edita Bobergs AB.

## Personliga kommentarer

Gustafsson, Eva-Lou; Universitetsadjunkt, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning. 2015. Personliga kommentarer (2015-11-10), (2015-11-24), (2015-01-07).

Rolf, Kaj; Universitetsadjunkt, Landskapsutveckling Sveriges lantbruksuniversitet. Personlig kommentar (2014-09-16)

### **Referenser bilder**

Figur 1, 2, 4, 5, 6, 7 (Foto Kaj Rolf, oå). Upphovsrättsinnehavarens tillstånd för publicering av bilderna i denna uppsats finns.